

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11305044 A**(43) Date of publication of application: **05 . 11 . 99**

(51) Int. Cl.

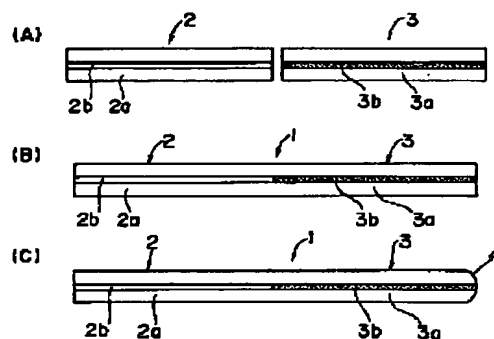
**G02B 6/00**(21) Application number: **10111865**(71) Applicant: **SHARP CORP**(22) Date of filing: **22 . 04 . 98**(72) Inventor: **TERAJIMA KENTARO**(54) **WAVELENGTH SEPARATING OPTICAL COMPONENT**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve optical characteristics, while obtaining a small-noise separated light signal and to make the product low-priced by making the manufacturing process short in time and easy.

**SOLUTION:** A 1st optical fiber 2, consisting of a core 2b of quartz glass and a clad 2a covering it and a 2nd optical fiber 3 consisting of a core 3b of quartz glass containing rare earth, such as Er (erbium) and a clad 3a of quartz glass covering it are fused and spliced by a microheater, while having their end surfaces made to abut against each other. The tip of the 2nd optical fiber 3 is machined into a convex-form lens 4.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-305044

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 6/00

識別記号

3 0 6

F I

G 0 2 B 6/00

3 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-111865

(22) 出願日 平成10年(1998)4月22日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 寺島 健太郎

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

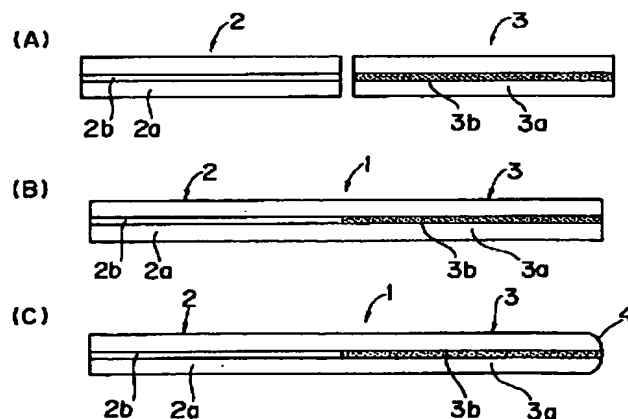
(74) 代理人 弁理士 青山 稔 (外1名)

(54) 【発明の名称】 波長分離光学部品

(57) 【要約】

【課題】 ノイズの少ない分離光信号を得つつ、光学性能の改善を図り、製造工程を短時間かつ容易にして製品の低廉化を図れる波長分離光学部品を提供する。

【解決手段】 石英ガラスのコア2bとこれを覆うクラッド2aからなる第1光ファイバ2と、例えばEr(エルビウム)などの希土類を含有する石英ガラスのコア3bとこれを覆う石英ガラスのクラッド3aからなる第2光ファイバ3とを、端面を突き合わせてマイクロヒータで融着し、第2光ファイバ3の先端を凸レンズ4状に加工する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1光ファイバと、希土類を含有するコアを有する第2光ファイバとを融着してなる波長分離光学部品。

【請求項2】 請求項1に記載の波長分離光学部品において、上記第2光ファイバの先端が凸レンズ状になっていることを特徴とする波長分離光学部品。

【請求項3】 請求項1または2に記載の波長分離光学部品において、上記第2光ファイバのコアが特定の金属イオン濃度を呈する金属酸化物を含有して、特定波長の光を吸収することを特徴とする波長分離光学部品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1本の光ファイバを共有して送受信を行なう光通信システムに用いられる波長分離光学部品に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光通信デバイスは、これまで主として幹線系で整備がされてきており、現在、加入者系での普及に向けて、各種伝送方式とそれに対応する光デバイスの研究開発が進められている。しかし、加入者系は基本的に加入者側の負担となるため、今後国内の光通信化の促進を図るには、加入者用光端末の経済化が重要な課題となる。

【0003】かかる経済化を目指す光通信方式として、例えば図3に示すパッシブダブルスター(PDS)方式がNTTにより採用されている。この光通信方式は、複数の加入者(Optical Network Unit)21a, 21b, 21cと1つの局側(Optical Subscriber Unit)22とを、光スターカプラ(Star Coupler)23を介して1本の光ファイバ24で接続(1心双方向伝送)し、光信号をTCM(Time Compression Multiple)方式で送受信するものである。局側22は、変換した光信号を下り信号25として通常の時分割伝送(Time Division Multiplex)で光ファイバ24に送出し、送出された信号は光スターカプラ23によって各加入者21a, 21b, 21cに分岐される一方、各加入者21a, 21b, 21cは、夫々の光信号を互いに別時間に割り付けられたTDMA(Time Division Multiple Access)光信号[衛星通信やPHS(Personal Handiphone System)と同一の信号]に変換して、光スターカプラ23から局側22に向かう上り信号26として光ファイバ24に送出する。

【0004】上記経済化を更に進める観点から、上記光伝送路を用いてCATV(Cable Tele-vision)の映像信号(1.5 $\mu$ m)を多重伝送することにより映像分配サービスを行なう「多チャンネル光伝送分配システム」が考えられている。このシステムでは、加入者系に通信用信号(1.3 $\mu$ m)の双方向送受信機能だけでなく、通信用信号と映像用信号を分離する波長多重合分波(WDM:Wavelength Division Multiplex)機能を持たせる必要がある。

【0005】従来、このようなWDM機能をもつ光モジュールには、図4～図9に示すものが知られている。図4の従来例は、平行に並べた2本の光ファイバを中央部で互いに融着して細径化した「ファイバ融着型」のもので、左上の光ファイバに入力された $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ の2つの波長は、融着部を通ることで分離され、右上の光ファイバから $\lambda_1$ の波長、右下の光ファイバから $\lambda_2$ の波長が夫々出力される。図5の従来例は、2本の光ファイバを、一方の光路長が長くなるように左, 右の2箇所でカプラ(3dB)により互いに結合した「マッハツェンダ型」のもので、左上の光ファイバから入力された $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ の2つの波長は、カプラを通して分離され、 $\lambda_1$ の波長が透過光として右上の光ファイバから、 $\lambda_2$ の波長が結合光として右下の光ファイバから夫々出力される。図6の従来例は、入力側の光ファイバの先端に斜めにフィルタ27を配置し、入力側の延長線上に一方の出力側の光ファイバを、両光ファイバに直交して他方の出力側の光ファイバを夫々設けた「波長フィルタ型」もので、入力側に入った2つの波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ は、波長 $\lambda_1$ がフィルタ27を透過して一方の出力側から、波長 $\lambda_2$ がフィルタ27で反射されて他方の出力側から夫々出力される。なお、これらの従来例は、いずれも光の干渉作用を用いてWDM(波長多重合分波)機能を発現させている。

【0006】図6に示した「波長フィルタ型」の例として、NTTによって図7に示すようなものが提案されている。この例は、石英系PLC(平面光波回路)30上の左辺前側に波長1.3 $\mu$ m, 1.55 $\mu$ m共通のポート31を、左辺後側に波長1.55 $\mu$ mのポート32を、右側のSiテラス部33内の前, 後に受信用WGPD(導光波ホトダイオード)34, 送信用SS-LD(レーザダイオード)35とモニタ用WGPD36を、これらの間に誘電体多層膜からなるWDMフィルタ37を夫々設け、これらの間を光ファイバで図示の如く接続してなり、一点鎖線から左側が波長合分波回路38, 右側が双方向送受信回路39を構成している。そして、共通ポート31に入った1.3 $\mu$ m, 1.55 $\mu$ mの両信号は、WDMフィルタ37において1.55 $\mu$ m信号が反射されてポート32に出力され、1.3 $\mu$ m信号が透過して受信用WGPD34に入力される一方、送信用SS-LD35から出力された1.3 $\mu$ m信号は、WDMフィルタ37を透過して共通ポート31から送出されるとともに、モニタ用WGPD36でモニタされる。

【0007】一方、複数の波長の光から特定波長の光を分離する波長分離光学部品として、従来、図8, 図9に示すようなものが知られている。図8は、特開平2-186303号公報に開示されたもので、中心のコア41とこれを取り巻くクラッド42からなる光ファイバ40の端面を誘電体多層膜43で被覆している。そして、この誘電体多層膜43により特定波長の光のみを反射し、残る波長の光を透過、出射させるとともに、端面への誘電体多層膜43の直接被覆により表面損失の軽減を図つ

ている。図9は、特開平6-67054号公報に開示されたもので、基本的には図4と同じ「ファイバ融着型」であるが、融着する2本のファイバ44, 45の一方のファイバ45のコアに希土類イオンを添加している。そして、2つの入力波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ のうち融着部でファイバ45側に分離される波長 $\lambda_2$ に含まれる波長 $\lambda_1$ の雑音光を、添加された上記希土類イオンで吸収して、ノイズの少ない分離信号を得るものである。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、図4～図9で述べた上記総ての従来例は、次のような種々の問題がある。第1に、図6～図8の従来例のフィルタ27, 37に用いられる誘電体多層膜43は、図10に示すように、シリカガラスやポリイミドなどの薄い基板46上に蒸着法等により高屈折率の誘電体層47と低屈折率の誘電体層48を交互に40～50積層して作られるが、この工程は膜厚を精密にモニタしつつコーティングを多数回繰り返す必要があるため、長時間を要するという問題がある。第2に、図6, 図7の従来例では、光ファイバ間にフィルタ27, 37を挿入するが、フィルタ透過率の波長依存性は、図11に示すように、入射角度が $10^\circ \sim 30^\circ$ と変わるだけで大きく変化するため、フィルタへの入射角度の調整は精度を要し、これが工程の自動化を妨げるうえ、フィルタの挿入で光軸間にずれが生じる虞れがあり、これに起因してコア間で結合損失が生じやすいという問題がある。第3に、図8, 図9の従来例では、誘電体多層膜43またはファイバ45を通過した光を受信用ホトダイオード34等に集束させる際に、図12に示すようなレンズ系を用いて $\mu\text{m}$ のオーダーで光学調整を行なう必要がある。即ち、シングルモードの光ファイバ46の先端のフェルール47から出射する光を、レンズ48でホトダイオード34に集束させなければならない。このような光学調整の工程は、必然的に長時間を要するため、自動化が図りにくいという問題がある。第4に、図9の従来例では、単一組成のガラスに希土類イオンを添加したコアをもつファイバ45は、フィルタ波長が狭い帯域に限定されるため、それ以外の波長ではフィルタ分離ができないという問題がある。

【0009】そこで、本発明の目的は、異種のコアをもつ光ファイバを融着するという着想のもとに上記諸問題を解決することができる波長分離光学部品を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の波長分離光学部品は、第1光ファイバと、希土類を含有するコアを有する第2光ファイバとを融着してなる。

【0011】請求項1の第2光ファイバのコアに含まれる希土類は、そのイオンが、例えば波長 $\lambda_2$ の所望の光を吸収せず、波長 $\lambda_1$ の雑音光を吸収するものである。

そこで、この第2光ファイバと第1光ファイバを融着した波長分離光学部品を、例えば図4に示す「ファイバ融着型」、図5に示す「マッハツェンダ型」の波長多重合分波器(WDM)の右下の光ファイバに用いれば、この右下の光ファイバの先端側の上記第2光ファイバが、融着部で分離された波長 $\lambda_2$ の光に含まれる波長 $\lambda_1$ の雑音光を吸収する。従って、ノイズの少ない光信号 $\lambda_2$ が、右下の光ファイバの出力として得られる。第1光ファイバと第2光ファイバの融着は、マイクロヒータ等を用いて行なわれるが、図10の従来例で述べた誘電体多層膜43の作成や図6, 7の従来例で述べたフィルタ挿入に伴う光学的調整の工程に比べて短時間かつ容易に行なうことができる。また、光ファイバ同士を融着するので、誘電体多層膜を用いる従来例と異なり多層膜表面での反射がなく、光軸のずれによるコア間での結合損失も少なくなる。

【0012】請求項2の波長分離光学部品は、上記第2光ファイバの先端が凸レンズ状になっていることを特徴とする。

【0013】請求項2の第2光ファイバは、先端が凸レンズ状になっているので、上記フィルタ機能に加えてレンズ機能を有する。従って、光ファイバの先端に図12の従来例で述べたような受光素子への集光のためのレンズが不要になり、部品点数の削減、装置のコンパクト化、低廉化を図ることができる。

【0014】請求項3の波長分離光学部品は、上記第2光ファイバのコアが特定の金属イオン濃度を呈する金属酸化物を含有して、特定波長の光を吸収することを特徴とする。

【0015】請求項3の第2光ファイバは、コアに含有される金属酸化物が、例えば $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{PbO}$ などで、その含有量が変わると吸収される光の波長帯域がシフトするものである。従って、上記金属酸化物の含有量を変えることにより、波長分離光学部品のフィルタ波長をシフトさせることができ、図9の従来例のように波長分離光学部品のフィルタ波長が狭い帯域に限定されることがない。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図示の実施の形態により詳細に説明する。図1(C)は、本発明の請求項2に記載の波長分離光学部品の一例を示しており、この波長分離光学部品1は、石英系の第1光ファイバ2と、希土類を含有するコア3bを有する石英系の第2光ファイバ3とを融着してなり、第2光ファイバ3の先端が凸レンズ4状になっている。上記第2光ファイバのコア2bに含有される希土類は、III族a亜族に属するランタノイドであり、例えばEr(エルビウム;原子番号68)3+イオンを用いれば、波長 $1.3\mu\text{m}$ の所望の光 $\lambda_2$ を透過させ、波長 $1.55\mu\text{m}$ の雑音光 $\lambda_1$ を吸収させることができる。

【0017】図1(A)～(C)は、上記波長分離光学部品1の製造方法を示している。この波長分離光学部品1は、図1(A)に示すように、まず屈折率の高い石英ガラスのコア2bとこれを覆う屈折率の低いクラッド2aからなる第1光ファイバ2と、希土類を含有する屈折率の高い石英ガラスのコア3bとこれを覆う屈折率の低い石英ガラスのクラッド3aからなる第2光ファイバ3とを、両者のコアが揃うように端面を突き合わせ、次いでマイクロヒータを用いて図1(B)に示すように融着した後、図1(C)の如く第2光ファイバ3の先端を凸レンズ4状に加工して製造される。

【0018】図2(A)は、上記波長分離光学部品1を図9で述べた「ファイバ融着型」の波長多重合成分波器の右下の光ファイバに用いた例を示しており、中央の融着部の上側および左下側の光ファイバは、第1光ファイバ2と同じ石英系の光ファイバ44であり、融着部の右下側の光ファイバが、先端側が第2光ファイバ3となった上記波長分離光学部品1である。第2光ファイバ3のコア3bに含まれる希土類は、上記融着部で分離されて出てくる信号光(所望光) $\lambda_2$ を透過させ、この信号光に含まれる雑音光 $\lambda_1$ を吸収するものが選ばれている。上記第2光ファイバ3の前方には、図2(B)に詳細を示すように、上記凸レンズ4の焦点に受光素子としてホトダイオード34が配置されていて、希土類を含有するコア3b(図1(C)参照)から出射される光が上記焦点に集められるようになっている。

【0019】上記構成の波長分離光学部品1を用いた波長多重合成分波器の作用は、次のとおりである。図2の「ファイバ融着型」の波長分離多重合成分波器の左上の光ファイバに入力された $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の2つの波長の光は、図示の如く融着部を通ることで分離され、右上の光ファイバ44から波長 $\lambda_1$ の光が、右下の光ファイバ(光分離光学部品)1から波長 $\lambda_2$ の光が夫々主に出力される。右下の光ファイバ1を伝わる波長 $\lambda_2$ の光に雑音として含まれる波長 $\lambda_1$ の光は、先端側の第2光ファイバ3のコア3bを通るとき、このコアに含まれる希土類のイオンによって吸収され、雑音光 $\lambda_1$ の少ない信号光 $\lambda_2$ となって先端の凸レンズ4から出射され、焦点に集められてここにあるホトダイオード34で検出される。

【0020】上記波長分離光学部品1の第1光ファイバ2と第2光ファイバ3の融着は、光ファイバ同士をコアを揃えてマイクロヒータで融着するだけなので、図10の従来例で述べた誘電体多層膜43の作成や図6、7の従来例で述べたフィルタ27、37の挿入に伴う光学的調整の工程に比べて短時間かつ容易に行なうことができる。また、光ファイバ同士を融着するので、誘電体多層膜43を用いる従来例と異なり多層膜表面での反射がなく、光軸のずれによるコア間での結合損失も少なくなる。さらに、第2光ファイバ3の先端が凸レンズ4状になっていて、上記フィルタ機能に加えてレンズ機能を有

するので、光ファイバの前方に図12の従来例で述べたような受光素子34への集光のためのレンズ48が不要になり、部品点数の削減および装置のコンパクト化、低廉化を図ることができる。

【0021】上記第2光ファイバ2のコア2bを製造する際に、主原料のシリカ( $\text{SiO}_2$ )に特定の金属イオン濃度を呈する $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{PbO}$ などの金属酸化物を含ませて、特定波長の光を吸収させることができる。上記金属酸化物は、その含有量に応じて吸収する光の波長帯域をシフトさせるものである。吸収光の波長帯域のシフトは、次の機構により生じると考えられる。即ち、コアの主原料のシリカ中の金属酸化物の含有量が増え、ガラスの単位体積中の電子密度が増加し、希土類イオンの周りの酸素の配位数が変化する。この配位数の変化により、希土類イオンの電子状態が変化し、この変化により光遷移エネルギーが変化する。この光遷移エネルギーの変化が吸収光の波長帯域のシフトをもたらす。

【0022】従って、このような第2光ファイバ3を用いれば、波長分離光学部品1のフィルタ波長をシフトさせることができるので、図9の従来例のように波長分離光学部品のフィルタ波長が狭い帯域に限定されることがなく、波長分離光学部品の汎用性を高めることができる。

#### 【0023】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、請求項1の波長分離光学部品は、第1光ファイバと、希土類を含有するコアを有する第2光ファイバとを融着してなるので、ノイズの少ない分離光信号を得つつ、反射損失の低減やコア間の結合効率の向上など光学性能を改善を図るとともに、製造工程を短時間かつ容易にして製品の低廉化を図ることができる。

【0024】請求項2の波長分離光学部品は、上記第2光ファイバの先端が凸レンズ状になっているので、光ファイバと受光素子間の結合効率の向上を図るとともに、部品点数の減少で製品の小型化、低廉化を図ることができる。

【0025】請求項3の波長分離光学部品は、上記第2光ファイバのコアが特定の金属イオン濃度を呈する金属酸化物を含有して、特定波長の光を吸収するので、上記金属イオン濃度を変化させてフィルタ波長域をシフトさせることができ、波長分離光学部品の汎用性を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の波長分離光学部品の一例の製造方法を示す図である。

【図2】 図1の波長分離光学部品をファイバ融着型の波長多重合成分波器に用いた例を示す図およびその部分詳細図である。

【図3】 従来のパッシブダブルスター方式による波長分割双方向通信を示す構成図である。

【図4】 従来のファイバ融着型の波長多重合分波器を示す概念図である。

【図5】 従来のマッハツェンダ型の波長多重合分波器を示す概念図である。

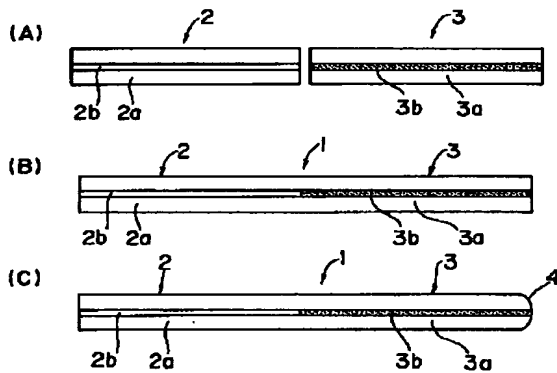
【図6】 従来のフィルタ型の波長多重合分波器を示す概念図である。

【図7】 図6の波長多重合分波器を用いた光送受信モジュールの一例を示す図である。

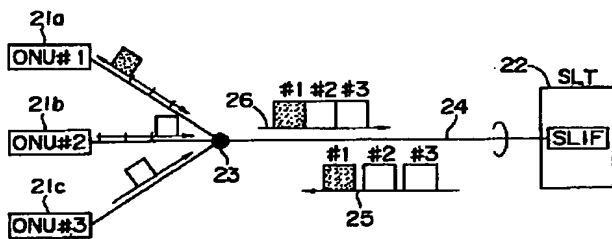
【図8】 従来の端面を誘電体多層膜で被覆した光ファイバの断面図である。

【図9】 希土類イオンを添加したコアをもつ光ファイバを用いた従来のファイバ融着型の波長多重合分波器を\*

【図1】



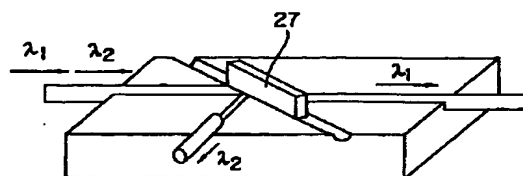
【図3】



【図5】



【図6】



\* 示す図である。

【図10】 図8の誘電体多層膜の製造方法を示す図である。

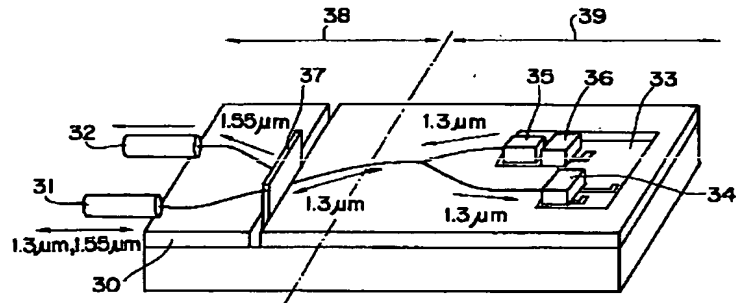
【図11】 フィルタの波長特性の入射角度依存性を示す図である。

【図12】 光送受信モジュールのレンズ部分の拡大図である。

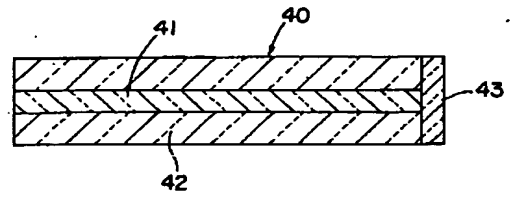
【符号の説明】

1…波長分離光学部品、2…第1光ファイバ、3…第2光ファイバ、2a、3a…クラッド、2b、3b…コア、4…凸レンズ、34…ホトダイオード、44…光ファイバ。

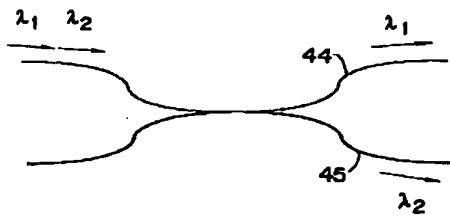
【図7】



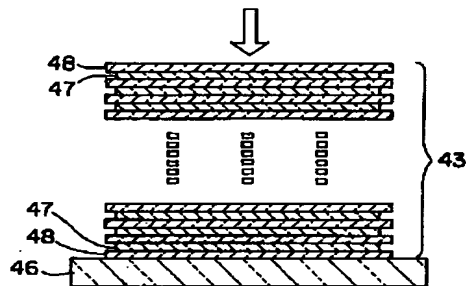
【図8】



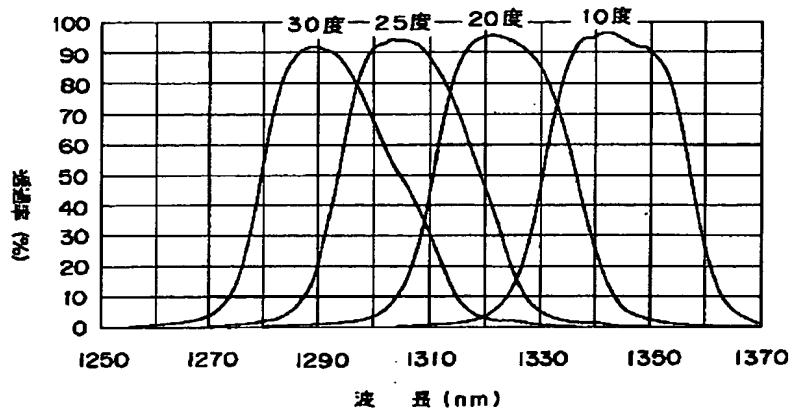
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

